

PENENTUAN NILAI PENYIMPANGAN LOKAL MEDAN MAGNET BUMI AKIBAT KEJADIAN TSUNAMI ACEH 2004 MENURUT ASUMSI *FROZEN-FLUX*

Latifatul Cholifah

Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
latifah.cholifah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang nilai penyimpangan anomali lokal medan magnet bumi akibat kejadian tsunami Aceh 2004. Perhitungan nilai tersebut bertujuan untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan lokal medan magnet bumi terhadap intensitas utama medan magnet bumi. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan asumsi *frozen-flux*. Untuk kejadian tsunami Aceh 2004, nilai penyimpangan lokal yang didapatkan antara 1-3 nT untuk beberapa daerah pengamatan. Hal ini sesuai dengan laporan V. Titov yang mengatakan bahwa nilai maksimum dari penyimpangan lokal medan magnet bumi akibat kejadian tsunami Aceh 2004 ≈ 3 nT.

Kata Kunci: penyimpangan lokal, *frozen-flux*, tsunami Aceh 2004.

Abstract

This research talk about the value of local anomaly magnetic field of the earth due to the tsunami 2004 aceh .The calculation of the value of aims to understand how big deviation local magnetic field of the earth main against intensity magnetic field of the earth .The data processed by using the assumption *frozen-flux*. For events 2004 Aceh , the local irregularities or between 1-3 nT to some areas observation .This is consistent with the report V. Titov said that the maximum value of local irregularities magnetic field of the earth the 2004 Aceh ≈ 3 nT.

Keywords: local anomaly, *frozen-flux*, the 2004 Aceh tsunami event.

PENDAHULUAN

Penentuan nilai penyimpangan lokal medan magnet bumi bisa disebabkan karena kejadian tsunami (Sanford, 1971). Saat tsunami itu terjadi, pergerakan massa air laut (fluida konduktif) secara horisontal dalam skala masif tersebut dapat menyebabkan efek induksi elektromagnetik yang terukur sebagai anomali lokal medan magnet bumi. Terminologi anomali lokal digunakan karena nilai anomali yang terukur di lokasi tertentu di mana kejadian tsunami itu dibangkitkan.

Penyimpangan muka air laut (η) sebagai akibat kejadian tsunami dapat terukur sebagai bentuk variasi spasial dan variasi temporal dari komposisi vertikal medan magnet bumi. Fokus penelitian ini adalah menghitung nilai penyimpangan lokal medan magnet bumi b_z berdasarkan pendekatan *frozen-flux* untuk membuktikan bahwa penyimpangan muka air laut akibat kejadian tsunami merupakan bentuk variasi temporal. Menurut Tyler (2005) dan Manoj and Maus (2011), nilai penyimpangan lokal medan magnet bumi yang terukur tersebut relatif jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai intensitas utama medan magnet bumi.

Penentuan nilai penyimpangan lokal medan magnet bumi dapat diselesaikan dengan persamaan Maxwell dan hukum Ohm yang menggambarkan efek induksi

elektromagnetik yang disebabkan oleh gerak air laut akibat kejadian tsunami. Kombinasi antara persamaan Maxwell dan hukum Ohm tersebut dapat dituliskan sebagai,

$$\partial_t b_z = -\nabla_H \cdot (F_z \mathbf{u}_H) + \kappa \nabla^2 b_z \quad (1)$$

Persamaan baru tersebut menceritakan bahwa penyimpangan lokal medan magnet bumi dipengaruhi oleh proses adveksi (gerak massa air laut dalam arah horisontal) atau proses difusi (gerak massa air laut dalam arah vertikal). Di mana dalam persamaan (1), κ adalah tetapan difusi magnetik air laut, b_z dan F_z menyatakan komponen vertikal medan sekunder (penyimpangan anomali lokal medan) dan komponen vertikal medan magnet utama bumi.

Tyler (2005) melakukan telaah teoretik-analitik terhadap persamaan (1), sehingga mendapatkan hubungan antara penyimpangan lokal medan magnet bumi dengan kedalaman laut (h), di mana gelombang tsunami itu dibangkitkan. Hubungan tersebut dapat ditulis sebagai,

$$b_z/F_z = \eta/h \times c/c_s \quad (2)$$

di mana c_s adalah kecepatan skala gelombang tsunami yang besarnya adalah $c_s = c + i c_d$ dengan $c_d = 2\kappa/h$ adalah kecepatan difusi air laut dan $c = (gh)^{1/2}$ adalah kecepatan fase gelombang tsunami. Apabila dalam suatu kejadian tsunami proses adveksi lebih mendominasi daripada

proses difusi (asumsi *frozen-flux* berlaku), maka persamaan (2) dapat ditulis ulang menjadi,

$$b_z/F_z = \eta/h \quad (3)$$

METODE

Penelitian ini berjenis penelitian penerapan, karena menerapkan teori fisika yang relevan dengan efek gerak air laut sebagai fluida konduktif yang memotong garis gaya medan magnet utama bumi. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data numerik yang diperoleh dari <http://www.ngdc.noaa.gov/IGA/vmod/> untuk data magnetik (F_z) yang dikelola oleh *International Association of Geomagnetism and Aeronomy* (IAGA) dalam bentuk model magnetik *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF) Generasi 12; data kedalaman laut (h) bathymetri ETOPO1 dari laman

<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/relief/ETOPO1/> yang dikelola oleh pemerintah US melalui *National Geophysical Data Centre* (NGDC), *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA); dan data tsunami Aceh 2004 dari laman <http://www.ngdc.noaa.gov>. Data-data yang telah didapatkan tersebut dihitung berdasarkan persamaan (3). Nilai b_z hasil perhitungan tersebut merupakan nilai penyimpangan lokal medan magnet bumi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan nilai penyimpangan lokal medan magnet bumi akibat kejadian tsunami Aceh 2004 yang teramati di berbagai daerah digambarkan oleh tabel berikut,

Tabel 1. Data tsunami Aceh 2004

Daerah	Posisi Lintang	Posisi Bujur	F_z (nT)	η (m)	h (m)	b_z (nT)
Winter Harbour	50,31 LU	128,02 BB	51791,8	0,21	3507	3,10
Tofino	49,08 LU	125,53 BB	51564,4	0,15	3365	2,30
Victoria	48,42 LU	123,36 BB	51632,9	0,11	3070	1,85
Bella Bella	52,09 LU	128,08 BB	52917,5	0,09	3365	1,42
Bamfield	48,49 LU	125,80 BB	51089,3	0,04	841	2,43

Berdasarkan data pada tabel tersebut, diketahui bahwa nilai penyimpangan lokal medan akibat kejadian tsunami Aceh 2004 adalah beragam. Perbedaan nilai tersebut bergantung pada nilai kedalaman laut tempat kejadian tsunami itu diamati dan nilai penyimpangan muka air laut. Namun demikian, nilai perhitungan penyimpangan lokal medan yang didapatkan tersebut masih berada dalam rentang 3 nT. Hal ini sesuai yang disampaikan oleh V. Titov yang dirujuk oleh Tyler 2005 mengatakan bahwa penyimpangan lokal maksimum medan magnet bumi akibat kejadian tsunami Aceh 2004 ≈ 3 nT. Dengan demikian penentuan nilai penyimpangan lokal medan magnet bumi akibat kejadian tsunami Aceh 2004 valid apabila menggunakan persamaan (3).

PENUTUP

Simpulan

Masalah penentuan penyimpangan lokal medan magnet bumi akibat kejadian tsunami bisa dihitung berbasis data tsunami melalui asumsi *frozen-flux*. Hal ini berlaku apabila di suatu daerah di mana kejadian tsunami itu diamati, proses adveksi lebih mendominasi daripada proses difusi. Nilai penyimpangan lokal medan tersebut beragam bergantung pada nilai kedalaman laut daerah pengamatan. Namun demikian, nilai penyimpangan lokal medan tersebut harus sesuai dengan penemuan peneliti terdahulu. Untuk kejadian tsunami Aceh yang teramati di berbagai daerah, diperoleh nilai penyimpangan lokal medan antara 1-3 nT. Nilai tersebut sesuai dengan pengamatan V. Titov yang mengatakan bahwa nilai

penyimpangan lokal maksimum akibat kejadian tsunami Aceh 2004 ≈ 3 nT.

Saran

Saran yang bisa diberikan dari penelitian ini adalah perlunya pengkajian lebih dalam mengenai efek dari pembangkitan gelombang tsunami. Selain itu, pengkajian kejadian tsunami yang pernah terjadi di Indonesia perlu dilakukan untuk menambah pengetahuan dan juga bisa digunakan sebagai metode deteksi dini kejadian tsunami.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Berla Maghda Putri Mahanani, Dyah Ayu Puspitasari, Muhammad Firdaus dan Wahidussilmi sebagai rekan kerja yang baik dan menyenangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- T. B. Sanford, Motionally induced electric and magnetic fields in the sea, *Journal of Geophysical Research*. vol. 76, no. 15, 1971, pp. 3476-3492.
- R. H. Tyler, A simple formula for estimating the magnetic field generated by tsunami flow, *Geophysical Research Letters*. vol. 32, L09608, 2005, pp. 1-4.
- C. Manoj, C., S. Maus and A. Chulliat, Observation of magnetic fields generated by tsunamis, *Earth and Observatory System* (EOS), vol. 92, no. 2, January 11, 2011, pp. 13-14.